

RECOMENDACIÓN UIT-R RA.314-9

Bandas de frecuencias preferidas para las mediciones radioastronómicas

(Cuestión UIT-R 145/7)

(1953-1956-1959-1966-1970-1974-1978-1982-1986-1990-1992-2002)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el progreso de la radioastronomía ha conducido a importantes adelantos tecnológicos, especialmente en las técnicas de recepción, y ha mejorado el conocimiento de las limitaciones fundamentales del ruido radioeléctrico que tienen gran importancia para las radiocomunicaciones, y que ese progreso deja prever otros resultados importantes;
- b) que, los avances de la radioastronomía exigen la protección de ciertas bandas de frecuencias contra la interferencia;
- c) que la Unión Astronómica Internacional (UAI), mantiene y actualiza regularmente la lista de rayas espectrales de máxima importancia para la radioastronomía;
- d) que los radioastrónomos estudian las rayas espectrales tanto en bandas atribuidas al servicio de radioastronomía como en la medida en que la utilización del espectro por otros servicios lo permite, fuera de las bandas atribuidas, y que ello ha dado lugar a la detección de más de 3000 rayas espectrales como se indica en la Fig. 1 del Anexo 1;
- e) que debe tenerse en cuenta el desplazamiento de las frecuencias de las rayas por efecto Doppler, debido al movimiento relativo de las fuentes y del observador;
- f) que algunas bandas de frecuencias han sido atribuidas para las observaciones del continuum y que las posiciones exactas de estas bandas en el espectro carecen de importancia determinante, pero que sus frecuencias centrales deben tener una relación no mayor de dos a uno, teniendo en cuenta la anchura de las ventanas atmosféricas pertinentes;
- g) que los radioastrónomos han efectuado útiles observaciones astronómicas desde la superficie de la Tierra en todas las ventanas atmosféricas disponibles desde 2 MHz hasta 1 000 GHz y frecuencias superiores;
- h) que la técnica de la radioastronomía espacial, que supone la utilización de radiotelescopios situados en plataformas espaciales, proporciona acceso a todo el espectro radioeléctrico por encima de unos 10 kHz, incluidas partes del espectro no accesibles desde la Tierra debido a la absorción en la atmósfera;
- j) que ciertos tipos de observaciones interferométricas de alta resolución exigen la recepción simultánea, en la misma frecuencia radioeléctrica, con sistemas receptores situados en países o en continentes distintos, o en plataformas espaciales;
- k) que las Conferencias Administrativas Mundiales de Radiocomunicaciones y las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones han mejorado las atribuciones de frecuencias al servicio de radioastronomía pero que en muchas bandas, particularmente en las compartidas por otros servicios, puede que siga siendo necesario planificar cuidadosamente la protección de la radioastronomía,

recomienda

- 1 que las administraciones se encarguen de asegurar la máxima protección posible a las frecuencias utilizadas por los radioastrónomos en sus propios países y en los países vecinos;

2 que se dedique especial atención a establecer o mantener una protección adecuada para las bandas de frecuencias enumeradas en los Cuadros 1 y 2, que contienen las frecuencias en reposo y las frecuencias con desplazamiento por efecto Doppler de las líneas espectrales más importantes en astrofísica, identificadas por la Asamblea General de la UAI y del Cuadro 3 que contiene las bandas atribuidas al servicio de radioastronomía que son preferibles para las observaciones del continuum;

3 que se pida a las administraciones que ofrezcan asistencia para la coordinación de observaciones de rayas espectrales en bandas no atribuidas a la radioastronomía.

CUADRO 1

Rayas de radiofrecuencia de máxima importancia para la radioastronomía a frecuencias por debajo de 275 GHz

Sustancia	Frecuencia de reposo	Banda mínima propuesta	Notas ⁽¹⁾
Deuterio (DI)	327,384 MHz	327,0-327,7 MHz	
Hidrógeno (HI)	1 420,406 MHz	1 370,0-1 427,0 MHz	(2), (3)
Radical hidroxilo (OH)	1 612,231 MHz	1 606,8-1 613,8 MHz	(4)
Radical hidroxilo (OH)	1 665,402 MHz	1 659,8-1 667,1 MHz	(4)
Radical hidroxilo (OH)	1 667,359 MHz	1 661,8-1 669,0 MHz	(4)
Radical hidroxilo (OH)	1 720,530 MHz	1 714,8-1 722,2 MHz	(3), (4)
Metiladina (CH)	3 263,794 MHz	3 252,9-3 267,1 MHz	(3), (4)
Metiladina (CH)	3 335,481 MHz	3 324,4-3 338,8 MHz	(3), (4)
Metiladina (CH)	3 349,193 MHz	3 338,0-3 352,5 MHz	(3), (4)
Formaldehído (H ₂ CO)	4 829,660 MHz	4 813,6-4 834,5 MHz	(3), (4)
Metanol (CH ₃ OH)	6 668,518 MHz	6 661,8-6 675,2 MHz	(3)
Helio (³ He ⁺)	8 665,650 MHz	8 657,0-8 674,3 MHz	(3), (6)
Metanol (CH ₃ OH)	12,178 GHz	12,17-12,19 GHz	(3), (6)
Formaldehído (H ₂ CO)	14,488 GHz	14,44-14,50 GHz	(3), (4)
Ciclopropenilideno (C ₃ H ₂)	18,343 GHz	18,28-18,36 GHz	(3), (4), (6)
Vapor de agua (H ₂ O)	22,235 GHz	22,16-22,26 GHz	(3), (4)
Amoníaco (NH ₃)	23,694 GHz	23,61-23,71 GHz	(4)
Amoníaco (NH ₃)	23,723 GHz	23,64-23,74 GHz	(4)
Amoníaco (NH ₃)	23,870 GHz	23,79-23,89 GHz	(4)
Monóxido de azufre (SO)	30,002 GHz	29,97-30,03 GHz	(6)
Metanol (CH ₃ OH)	36,169 GHz	36,13-36,21 GHz	(6)
Monóxido de silicio (SiO)	42,821 GHz	42,77-42,86 GHz	
Monóxido de silicio (SiO)	43,122 GHz	43,07-43,17 GHz	
Monosulfuro bicarbono (CCS)	45,379 GHz	45,33-45,44 GHz	(6)
Monosulfuro de carbono (CS)	48,991 GHz	48,94-49,04 GHz	
Oxígeno (O ₂)	61,1 GHz	56,31-63,06 GHz	(5), (6), (7)
Agua de deuterio (HDO)	80,578 GHz	80,50-80,66 GHz	
Ciclo propinilideno (C ₃ H ₂)	85,339 GHz	85,05-85,42 GHz	
Monóxido de silicio (SiO)	86,243 GHz	86,16-86,33 GHz	
Formilio (H ¹³ CO ⁺)	86,754 GHz	86,66-86,84 GHz	
Monóxido de silicio (SiO)	86,847 GHz	86,76-86,93 GHz	
Radical etinilo (C ₂ H)	87,3 GHz	87,21-87,39 GHz	(5)
Cianuro de hidrógeno (HCN)	88,632 GHz	88,34-88,72 GHz	(4)
Formilio (HCO ⁺)	89,189 GHz	88,89-89,28 GHz	(4)
Isocianuro de hidrógeno (HNC)	90,664 GHz	90,57-90,76 GHz	

CUADRO 1 (Continuación)

Sustancia	Frecuencia de reposo	Banda mínima propuesta	Notas ⁽¹⁾
Diazenilio (N ₂ H ⁺)	93,174 GHz	93,07-93,27 GHz	
Monosulfuro de carbono (CS)	97,981 GHz	97,65-98,08 GHz	(4)
Monóxido de azufre (SO)	99,300 GHz	99,98-100,18 GHz	
Metilacetileno (CH ₃ C ₂ H)	102,5 GHz	102,39-102,60 GHz	(5)
Metanol (CH ₃ OH)	107,014 GHz	106,91-107,12 GHz	
Monóxido de carbono (C ¹⁸ O)	109,782 GHz	109,67-109,89 GHz	
Monóxido de carbono (¹³ CO)	110,201 GHz	109,83-110,31 GHz	(4)
Monóxido de carbono (C ¹⁷ O)	112,359 GHz	112,25-112,47 GHz	(6)
Radical cianuro (CN)	113,5 GHz	113,39-113,61 GHz	(5)
Monóxido de carbono (CO)	115,271 GHz	114,88-115,39 GHz	(4)
Oxígeno (O ₂)	118,750 GHz	118,63-118,87 GHz	(7)
Formaldehído (H ₂ ¹³ CO)	137,450 GHz	137,31-137,59 GHz	(6)
Formaldehído (H ₂ CO)	140,840 GHz	140,69-140,98 GHz	
Monosulfuro de carbono (CS)	146,969 GHz	146,82-147,12 GHz	
Óxido nítrico (NO)	150,4 GHz	149,95-150,85 GHz	(5)
Metanol (CH ₃ OH)	156,602 GHz	156,45-156,76 GHz	
Vapor de agua (H ₂ O)	183,310 GHz	183,12-183,50 GHz	
Monóxido de carbono (C ¹⁸ O)	219,560 GHz	219,34-219,78 GHz	
Monóxido de carbono (¹³ CO)	220,399 GHz	219,67-220,62 GHz	(4)
Radical cianuro (CN)	226,6 GHz	226,37-226,83 GHz	(5)
Radical cianuro (CN)	226,8 GHz	226,57-227,03 GHz	(5)
Monóxido de carbono (CO)	230,538 GHz	229,77-230,77 GHz	(4)
Monosulfuro de carbono (CS)	244,953 GHz	244,72-245,20 GHz	(6)
Óxido nítrico (NO)	250,6 GHz	250,35-250,85 GHz	(5)
Radical etinilio (C ₂ H)	262,0 GHz	261,74-262,26 GHz	(5)
Cianuro de hidrógeno (HCN)	265,886 GHz	265,62-266,15 GHz	
Formilio (HCO ⁺)	267,557 GHz	267,29-267,83 GHz	
Isocianuro de hidrógeno (HNC)	271,981 GHz	271,71-272,25 GHz	

(1) A menos que se aplique la Nota (2) o la nota (4), los límites de la banda son las frecuencias con desplazamiento por efecto Doppler correspondientes a velocidades radiales de ± 300 km/s (de acuerdo con las rayas de radiación que aparecen en nuestra galaxia).

(2) Se requiere una ampliación a frecuencias más bajas de la atribución de 1 400-1 427 MHz para poder incluir los mayores desplazamientos Doppler para HI observados en galaxias lejanas.

(3) La actual atribución internacional no es primaria y/o no satisface las necesidades de anchura de banda. Véase información más detallada en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR).

(4) Puesto que se están utilizando también estas rayas para observar otras galaxias, las anchuras de banda indicadas incluyen desplazamientos por efecto Doppler correspondientes a velocidades radiales de hasta 1 000 km/s. Cabe señalar que se ha observado HI en frecuencias desplazadas a 500 MHz hacia el rojo, mientras que se han detectado algunas rayas de las moléculas más abundantes en galaxias con velocidades de hasta 50 000 km/s, lo que corresponde a una reducción de frecuencia de hasta 17%.

(5) Hay varias rayas muy cercanas entre sí asociadas con estas moléculas. Las bandas indicadas son suficientemente anchas para permitir la observación de todas las rayas.

(6) Esta raya no está mencionada en el Artículo 5 del RR.

(7) Estas rayas sólo pueden observarse fuera de la atmósfera.

CUADRO 2

**Rayas de radiofrecuencia de máxima importancia para la radioastronomía
a frecuencias entre 275 y 1 000 GHz (no atribuidas a la radioastronomía en el RR)**

Sustancia	Frecuencia de reposo (GHz)	Banda mínima propuesta (GHz)	Notas ⁽¹⁾
Diazenilio (N ₂ H ⁺)	279,511	279,23-279,79	
Monosulfuro de carbono (CS)	293,912	292,93-294,21	
Hidronio (H ₃ O ⁺)	307,192	306,88-307,50	
Agua de deuterio (HDO)	313,750	313,44-314,06	
Monóxido de carbono (C ¹⁸ O)	329,330	329,00-329,66	
Monóxido de carbono (¹³ CO)	330,587	330,25-330,92	
Monosulfuro de carbono (CS)	342,883	342,54-343,23	
Monóxido de carbono (CO)	345,796	345,45-346,14	
Cianuro de hidrógeno (HCN)	354,484	354,13-354,84	
Formilio (HCO ⁺)	356,734	356,37-357,09	
Oxígeno (O ₂)	368,498	368,13-368,87	
Diazenilio (N ₂ H ⁺)	372,672	372,30-373,05	(2)
Vapor de agua (H ₂ O)	380,197	379,81-380,58	(2)
Hidronio (H ₃ O ⁺)	388,459	388,07-388,85	
Monosulfuro de carbono (CS)	391,847	390,54-392,24	
Oxígeno (O ₂)	424,763	424,34-425,19	
Monóxido de carbono (C ¹⁸ O)	439,088	438,64-439,53	
Monóxido de carbono (¹³ CO)	440,765	440,32-441,21	
Monóxido de carbono (CO)	461,041	460,57-461,51	
Agua de deuterio (HDO)	464,925	464,46-465,39	
Carbono (C ¹³)	492,162	491,66-492,66	
Agua de deuterio (HDO)	509,292	508,78-509,80	
Cianuro de hidrógeno (HCN)	531,716	529,94-532,25	(2)
Monosulfuro de carbono (CS)	538,689	536,89-539,23	(2)
Vapor de agua (H ₂ ¹⁸ O)	547,676	547,13-548,22	(2)
Monóxido de carbono (¹³ CO)	550,926	549,09-551,48	(2)
Vapor de agua (H ₂ O)	556,936	556,37-557,50	(2)
Amoníaco (¹⁵ NH ₃)	572,113	571,54-572,69	(2)
Amoníaco (NH ₃)	572,498	571,92-573,07	(2)
Monóxido de carbono (CO)	576,268	574,35-576,84	(2)
Monosulfuro de carbono (CS)	587,616	587,03-588,20	(2)
Agua de deuterio (HDO)	599,927	599,33-600,53	(2)
Vapor de agua (H ₂ O)	620,700	620,08-621,32	(2)
Ácido clorhídrico (HCl)	625,040	624,27-625,67	
Ácido clorhídrico (HCl)	625,980	625,35-626,61	
Monosulfuro de carbono (CS)	636,532	634,41-637,17	
Monóxido de carbono (¹³ CO)	661,067	658,86-661,73	
Monóxido de carbono (CO)	691,473	690,78-692,17	
Oxígeno (O ₂)	715,393	714,68-716,11	(2)
Monosulfuro de carbono (CS)	734,324	733,59-735,06	(2)
Vapor de agua (H ₂ O)	752,033	751,28-752,79	(2)

CUADRO 2 (Continuación)

Sustancia	Frecuencia de reposo (GHz)	Banda mínima propuesta (GHz)	Notas ⁽¹⁾
Oxígeno (O ₂)	773,840	773,07-784,61	(2)
Ácido cianhídrico (HCN)	797,433	796,64-798,23	
Formililo (HCO ⁺)	802,653	801,85-803,85	
Monóxido de carbono (CO)	806,652	805,85-807,46	
Carbono (CI)	809,350	808,54-810,16	
Monosulfuro de carbono (CS)	832,057	829,28-832,89	
Oxígeno (O ₂)	834,146	833,31-834,98	
Monosulfuro de carbono (CS)	880,899	877,96-881,78	
Vapor de agua (H ₂ O)	916,172	915,26-917,09	(2)
Monóxido de carbono (CO)	921,800	918,72-922,72	(2)
Monosulfuro de carbono (CS)	929,723	926,62-930,65	
Vapor de agua (H ₂ O)	970,315	969,34-971,29	(2)
Monosulfuro de carbono (CS)	978,529	977,55-979,51	(2)
Vapor de agua (H ₂ O)	987,927	986,94-988,92	(2)

(1) Los límites de la banda son las frecuencias con desplazamiento por efecto Doppler correspondientes a las velocidades radiales de ± 300 km/s (de acuerdo con las rayas de radiación que aparecen en nuestra galaxia).

(2) Estas rayas sólo pueden observarse fuera de la atmósfera.

CUADRO 3

Bandas de frecuencia atribuidas al servicio de radioastronomía preferidas para las observaciones del continuum

Banda de frecuencias (MHz)	Banda de frecuencias (GHz)
13,360-13,410	10,6-10,7
25,550-25,670	15,35-15,4
37,5-38,25 ⁽¹⁾	22,21-22,50
73-74,6 ⁽²⁾	23,6-24,0
150,05-153 ⁽³⁾	31,3-31,8
322-328,6	42,5-43,5
406,1-410	76-116 ⁽¹⁾
608-614 ⁽⁴⁾	
1 400-1 427	123-158,5 ⁽¹⁾
1 660-1 670	164-167
2 655-2 700 ⁽¹⁾	200-231,5
4 800-5 000 ⁽¹⁾	241-275 ⁽¹⁾

(1) Estas bandas incluyen atribuciones secundarias.

(2) Atribución (primaria) en la Región 2; protección recomendada en las Regiones 1 y 3.

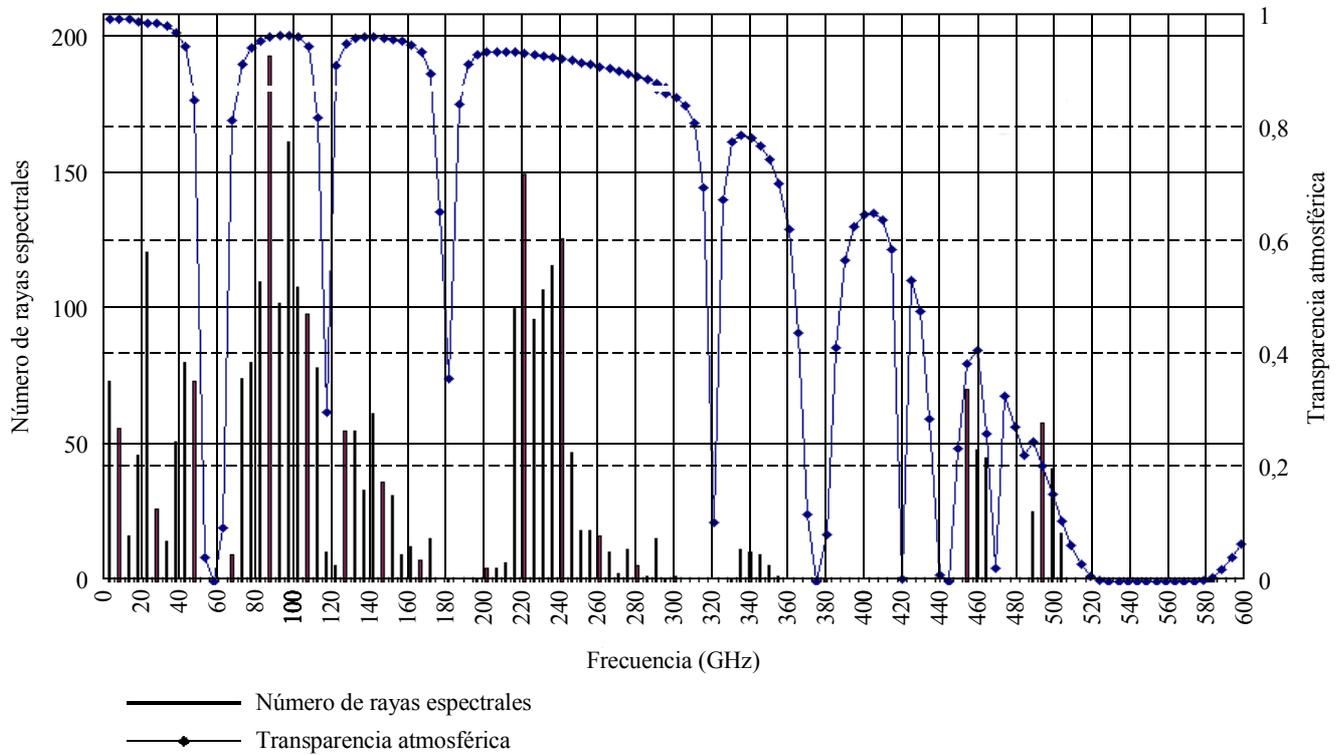
(3) Atribución (primaria) en la Región 1, Australia e India.

(4) Atribución (primaria) en la Región 2, Zona Africana de Radiodifusión (606-614 MHz), China (606-614 MHz) e India. En la Región 1 (salvo la Zona Africana de Radiodifusión) y en la Región 3 esta banda está atribuida a título secundario.

ANEXO 1

FIGURA 1

Distribución de las frecuencias de las rayas espectrales detectadas por las observaciones radioastronómicas y transparencia atmosférica por debajo de 600 GHz



Nota – El histograma muestra el número de rayas espectrales actualmente detectadas en intervalos de 5 GHz. Algunas rayas han sido detectadas por encima de 600-625,9 GHz (CH1); 691,5 GHz (CO), 806,9 GHz (CO) y 809,3 GHz (CI). Para calcular la transparencia atmosférica se utilizó el modelo de atmósfera normalizado de Estados Unidos de América. La transparencia se determinó en cada intervalo de 5 GHz para una altitud de 4,2 km, una presión $H_2O = 1$ mm de precipitación y una presión de 640 hPa. La transparencia atmosférica es la fracción de energía procedente del exterior de la atmósfera que llega a la superficie de la Tierra. Puede relacionarse con la atenuación atmosférica mediante la expresión de atenuación (dB) = $-10 \log(\text{transparencia})$.

0314-01